

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): INARIDA, Satoru
Serial No.: Not yet assigned
Filed: September 22, 2003
Title: RAILWAY CAR DRIVE SYSTEM
Group: Not yet assigned

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

September 22, 2003

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on Japanese Patent Application No.(s) 2003-191312, filed July 3, 2003.

A certified copy of said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



Melvin Kraus
Registration No. 22,466

MK/alb
Attachment
(703) 312-6600

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 7 月 3 日
Date of Application:

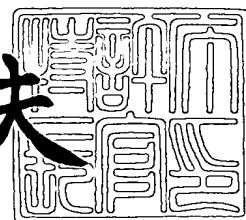
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 9 1 3 1 2
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 1 9 1 3 1 2]

出 願 人 株 式 会 社 日 立 製 作 所
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 7 8 5 6

【書類名】 特許願

【整理番号】 110300387

【提出日】 平成15年 7月 3日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 B60L 7/10
B61C 3/02
B61C 17/12

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市市毛 1 0 7 0 番地 株式会社 日立
製作所 交通システム事業部 水戸交通システム本部内

【氏名】 稲荷田 聡

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 110000062

【氏名又は名称】 特許業務法人 第一国際特許事務所

【代表者】 沼形 義彰

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 145426

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 鉄道車両駆動システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発電手段と電力変換手段と駆動電動機を搭載した第一の鉄道車両と、前記発電手段を電源とする電力変換手段と駆動電動機を搭載した第二の鉄道車両とから構成される鉄道車両駆動システムにおいて、前記第一の鉄道車両と第二の鉄道車両のいずれか一方または双方に、電力蓄積手段を設けたことを特徴とする鉄道車両駆動システム。

【請求項 2】 請求項 1 の鉄道車両駆動システムにおいて、前記電力蓄積手段は、前記発電手段が発電する電力および前記列車制動時に得られる回生電力、または、前記発電手段が発電する電力もしくは前記回生電力のいずれか一方の電力を蓄積するとともに、前記発電手段および前記電力蓄積手段もしくは前記電力蓄積手段を電源として前記電力変換手段によって前記駆動電動機を駆動し、列車を駆動することを特徴とする鉄道車両駆動システム。

【請求項 3】 請求項 2 記載の鉄道車両駆動システムにおいて、電力蓄積手段を搭載した第三の鉄道車両を接続し、前記鉄道車両駆動システムにおける電力蓄積手段の容量を増加させたことを特徴とした鉄道車両駆動システム。

【請求項 4】 請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の鉄道車両駆動システムにおいて、発電手段の発電電力および電力蓄積手段の蓄電量を制御し、発電手段の電力容量を最小化する電力管理手段を備えたことを特徴とする鉄道車両駆動システム。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の鉄道車両駆動システムにおいて、前記電力管理手段を各車両に配置し、前記発電手段および前記電力蓄積手段の電力を独立に制御することを特徴とした鉄道車両駆動システム。

【請求項 6】 請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載の鉄道車両駆動システムにおいて、前記電力蓄積手段は充放電可能な電池であることを特徴とする鉄道車両駆動システム。

【請求項 7】 請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載の鉄道車両駆動システムにおいて、前記電力蓄積手段はキャパシタもしくはフライホイールで

あることを特徴とする鉄道車両駆動システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、発電手段によって発電した電力を電力源として電力変換器を介して電動機を駆動することによって列車を加減速させる鉄道車両駆動システムに関連し、該鉄道車両駆動システムにおける発電手段の発電容量の最適化、小型・軽量化、ならびに鉄道車両駆動システムの電力効率の向上および信頼性の向上に関する。

【0002】

【従来の技術】

発電手段が発電する電力を電力源として、列車を加減速するシステム（車両駆動システム）の一構成例を、図4に示す。図4の車両駆動システムでは、列車を駆動するための電力を発電する発電手段10を搭載した第一の車両1と、前記発電手段10が発電する電力を電力源とする電力変換器20、および前記電力変換器20によって制御され図示していない駆動電動機によって駆動される駆動輪30を搭載する第二の車両2からなる。

【0003】

すなわち図4の車両駆動システムは、発電手段10を第一の車両1に集中配置するとともに、乗客の乗車する第二の車両2で駆動力を得る構成である。乗客が乗車しない第一の車両1に発電手段10を集中配置し、乗客が乗車する第二の車両2に発電手段を配置しない構成とすることで、発電手段10の発生する振動や騒音により乗客が不快感を受けないようにすることが可能であり、乗客に対し快適な車内環境を提供することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

標準的な列車特性の一例を図2に示す。図2は、列車の出力特性を示し、横軸に列車速度を、縦軸に電力変換器の入力すなわち駆動電動機の出力電力と駆動電動機のトルクを示している。列車速度の上昇に伴って出力電力は増加するが、あ

る速度に達すると電力は一定になり、更に速度が上昇すると電力は減少していく。また、発車時から列車速度の上昇に伴ってトルクは一定であり、ある速度に到達した以降は速度の上昇に伴ってトルクは減少していく。これは、列車を駆動する電動機特性によって定まり、電力が一定になる速度、電力が減少し始める速度は異なるが、電動機特性は基本的に図 2 のような特性が一般的である。

【 0 0 0 5 】

ところで、図 4 に示した列車駆動システムにおいて、図 2 のような列車特性を得るためには、発電手段 1 0 の発電電力容量は、最大電力量（図中 A 点）以上に設定する必要がある。

【 0 0 0 6 】

しかしながら、列車は常に最大電力で加速するのではなく、平均的に見ると必要以上に大容量の発電手段を装備していることになり、発電手段の使用効率の点で最適な駆動システムとはいえない。

【 0 0 0 7 】

また、図 4 に示した列車駆動システムでは、減速時の運動エネルギーを回収する手段を持たないことから、大きな制動力を得ることができる機械式ブレーキを装備する必要がある、車両コストが上昇する。さらに、制動手段が上記機械式ブレーキのみであるために機械式ブレーキの使用頻度が高くなり、ブレーキシュー交換等の保守コストを低減できないといった課題が発生する。

【 0 0 0 8 】

一方で、抵抗器を装備して減速時に得られる回生エネルギーを熱として消費する発電ブレーキ方式も考えられるが、この方式では、新たに抵抗器が必要となるといった別の課題が生じる。

【 0 0 0 9 】

また、いずれの方式を採用したとしても、減速時に回収できるはずの運動エネルギーを有効活用できない。つまり、電車のように制動時に回収した運動エネルギーを回生エネルギーとして再利用することができないため、エネルギー効率を向上できないなどの課題が残る。

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記問題点を解決することを目的とする。すなわち、本発明は、発電手段によって発電した電力を電力源として電力変換器を介して駆動電動機を駆動して列車を加減速させる鉄道車両駆動システムにおいて、発電手段の発電容量を最適化し、発電手段を小型・軽量化するとともに、制動時に発生する電力を回生して、鉄道車両駆動システム全体の電力効率向上させ、さらに、回生エネルギーを確実に回収して制動手段の負担を軽減して鉄道車両駆動システムの安全性と信頼性を向上させることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

列車を構成する車両の少なくとも一つの車両に配置した発電手段によって発電した電力を電力源として、列車を構成する車両に分散配置した電力変換器を介して駆動電動機を駆動して列車を加減速させる鉄道車両駆動システムにおいて、列車を構成する車両に電力蓄積手段を分散配置するとともに、必要に応じて発電手段の発生する電力（出力電力）および／または駆動手段を介して得られる回生エネルギーを電力蓄積手段に蓄積し、電力蓄積手段に蓄積したエネルギーを駆動手段に供給する。また、電力蓄積手段の電力、発電手段の出力電力（必要に応じて駆動手段の電力についても調整する）を調整する電力調整手段を設け、減速時の回生エネルギーおよび発電手段の出力電力を電力蓄積手段に蓄積するとともに、発電手段の出力電力および電力蓄積手段の電力によって列車を加速させる。

【0012】

ただし、電力蓄積手段の蓄電容量が列車運行に必要な電力に対して十分大きくない場合、例えば、列車を構成する車両に搭載する装置の小型・軽量化のため電力蓄積手段の電力容量を必要最小限にした場合等に、加速に必要な駆動力が得られないという課題が発生する。また、電力蓄積手段に蓄積されている電力が多く、回生エネルギーを蓄積（吸収）できない状態にあると、減速に必要な制動力を回生運転によって得られないという課題が発生する。

【0013】

そこで、上記の構成の鉄道車両駆動システムにおいて、電力蓄積手段の電力と発電手段の発電電力を調整する電力管理手段により、これらの手段の電力を管理

、制御し、車両運行上必要な駆動力および回生運転による制動力を得られる状態にする。

【 0 0 1 4 】

【発明の実施形態】

以下、本発明にかかる鉄道車両駆動システムの実施形態の一例を、図 1 を用いて説明する。

【 0 0 1 5 】

図 1 において、本発明にかかる鉄道車両駆動システムは、発電手段 1 0 と駆動輪 3 0 を駆動する図示を省略した駆動電動機を制御する電力変換手段 2 0 とを搭載した第一の鉄道車両 1 と、駆動輪 3 0 を駆動する図示を省略した駆動電動機を制御する電力変換装置 2 0 と電力蓄積手段 5 0 をそれぞれ搭載した第二の鉄道車両 2, 2, 2 と、発電手段 1 0 と各電力変換装置 2 0 と各電力蓄積手段 5 0 を接続し、発電手段 1 0 の発生する電力を各電力変換装置 2 0 に供給する電力伝達手段 4 0 と、第一の鉄道車両 1 に搭載され発電手段 1 0 の発電電力および各車両に搭載された電力蓄積手段 5 0 の蓄積電力を管理する電力管理手段 1 0 0 を有して構成される。

【 0 0 1 6 】

以下に、列車停止状態から加速、だ行、減速、停止までの動作を例にとって、本発明にかかる鉄道車両駆動システムの動作を説明する。なお、第一の鉄道車両 1 に搭載された発電手段 1 0、第一の鉄道車両 1 および第 2 の鉄道車両 2 に搭載された電力蓄積手段 5 0 と電力変換装置 2 0 の電力の制御は、電力管理手段 1 0 0 が行う。

【 0 0 1 7 】

まず、停車時に発電手段 1 0 の発電電力を各電力蓄積手段 5 0 に蓄え、加速時に必要とする電力の一部を各電力蓄積手段 5 0 に蓄積する。

【 0 0 1 8 】

列車は、発電手段 1 0 と各電力蓄積手段 5 0 の電力により駆動電動機を駆動して、第一の鉄道車両 1 と第二の鉄道車両 2, 2, 2 からなる列車を加速させる。このとき、発電手段 1 0 の発電電力を平準化するため、例えば、図 3 (A) に示

すように各電力蓄積手段 50 の出力電力と、発電手段 10 の出力電力の割合を調整する。図 3 (A) の例では、駆動電力の一部を各電力蓄積手段 50 が負担するので、発電手段 10 の発電電力の最大値を $1/2$ 程度にすることができる。

【0019】

また、だ行中に発電手段 10 が発生する電力を各電力蓄積手段 50 に蓄積し、停車時の発電手段 10 の動作期間を最小化することで、駅停車時に発電手段 10 が発生する騒音の増加を防止でき、プラットホーム、駅周辺における騒音を低減することができる。

【0020】

さらに、減速時には、電力変換装置 20 を制御して駆動電動機を発電機として動作させて発生する電力を電力蓄積手段 50 に蓄え、回生制動力を得る。回生制動時に電力蓄積手段 50 に蓄えた回生電力を加速時における力行電力として使用することによって、エネルギー効率の向上をはかることができる。また、回生制動により列車を減速することで、機械ブレーキの負担が減少するので、ブレーキシュー交換などブレーキシステムの保守作業を低減でき、ランニングコストを低減することができる。

【0021】

次に、電力蓄積手段 50 の電力容量を必要最小限にするための電力管理方法について、図 3 (B) を用いて説明する。電力蓄積手段 50 の蓄電容量 C が列車の運行に必要な電力に対して十分余裕がある場合には、上記に述べたような比較的簡単な電力制御でよいが、列車に搭載する装置の小型・軽量化のため電力蓄積手段 50 の蓄電容量 C を列車の運行に必要な電力に対して必要最小限とした場合、電力蓄積手段 50 の蓄積電力量が低下し加速時に十分な力行電力を供給できない場合や、回生制動による回生電力量 Z が蓄電容量 C に対して過剰となり、すべての回生エネルギーを蓄電できないために十分な制動力が得られない場合が考えられる。

【0022】

このような事態を避ける方式として、常に電力蓄積手段 50 の蓄電量を監視し、列車の運転状態に応じて電力蓄積手段 50 の蓄電量を調整する手法について、

図3 (B) を用いて説明する。

【0023】

例えば、駅Aを出発し、駅Bで停車する場合を例にとって説明する。加速時に電力蓄積手段50が負担する電力蓄積手段負担電力量Xとし、発電手段10が負担する電力量を発電手段負担電力量Yとする。この場合、電力管理手段100は、駅A出発までに、発電手段10を運転して加速時に電力蓄積手段50が負担する電力蓄積手段負担電力量Xを電力蓄積手段50に蓄積する。

【0024】

一方、運転時の減速開始から停止までの回生制動によって得られる回生エネルギー量（回生電力量）Zを、電力蓄積手段50で吸収できるように、減速開始時に電力蓄積手段50に残存する電力量（残存容量）Rが、下記（1）式となるように制御する。

【0025】

残存容量 $R < \text{電力蓄積手段の蓄電容量} C - \text{回生エネルギー量} Z \cdots \cdots \text{式（1）}$

【0026】

これによって、減速開始から停止まで回生制動を活用できるので、回生エネルギーを有効活用するとともに、安全に回生制動を利用することができる。

【0027】

現実問題としては、電力蓄積手段負担電力量X、発電手段負担電力量Y、回生エネルギー量Zは、駅間の線路条件、運転条件によって変化するので、電力蓄積手段50にとって想定される最も過酷な条件（電力蓄積手段負担電力量X、回生エネルギー量Zが最も大きくなる条件）を考慮して電力制御を行うことで、車両の運行に影響を与えることなく電力蓄積手段50の利用率を向上することができるので、エネルギー効率を向上することができる。

【0028】

また、回生制動を効果的かつ安全に利用できるので、機械ブレーキの動作頻度を最小にでき、ブレーキシステムの保守を最小化することができる。なお、前述の線路条件、運転条件については、予め、電力管理手段100の図示を省略した記憶装置等にデータを蓄えておき、これを参照してシステム制御を行えば、電力

蓄積手段 50 の利用率を最適化し、エネルギー効率をさらに向上することも可能である。

【0029】

以上の例は、一台の電力管理手段 100 が編成内の発電手段 10、電力蓄積手段 50 および電力変換装置 20 を管理する場合を例にとって説明したが、発電手段 10、電力蓄積手段 50 および電力変換装置 20 が個々に電力管理手段 100 を有する構成とし、これらの電力管理手段 100 が相互に各手段の電力状態に関する情報を交換しながら、それぞれが各手段の電力制御を行うことでも上記と同様の効果を得ることが出来る。

【0030】

ところで、以上の例で述べている電力蓄積手段としては、充放電可能な各種電池、キャパシタ、フライホイールなどの適用が考えられる。

【0031】

図 1 の例では、第一の車両が一両の構成であるが、編成中に第一の車両が複数存在しても同様の効果を得ることができる。また、図 1 の構成では、第一の車両と第二の車両からなっているが、このほかに電力蓄積手段のみ（発電手段、電動機および電力変換機を有しない）を有する第三の車両を編成中に接続しても同様の効果を得ることができる。

【0032】

さらに、前記電力蓄積手段を、第一の車両または第二の車両のいずれか一方のみ、もしくは双方に設けることができる。さらに、前記電力蓄積手段は、発電手段が発電する電力または回生電力のいずれか一方のみ、もしくは双方の電力を蓄積するように構成することができる。また、発電手段の発電電力と電力蓄積手段の放電電力を電源とするか、もしくは電力蓄積手段の放電電力を電源として電力変換装置によって駆動電動機を駆動し、列車を駆動することができる。

【0033】

また、電力管理手段を各車両に配置し、発電手段および電力変換装置ならびに電力蓄積手段の電力をそれぞれ独立して制御することができる。

【0034】

【発明の効果】

以上に述べたように、本発明により、鉄道車両駆動システムにおいて、回生エネルギーの有効利用、抵抗器の省略、機械ブレーキの省保守化を実現することができる。また、加速時に必要な電力を電力蓄積手段から供給することによって、発電手段の最大出力容量の増大を抑制することができるので、発電手段を小型・軽量化することができる。

【0035】

さらに、本発明によれば、電力蓄積手段を各車両に分散配置することで、電力蓄積手段を集中配置する場合と比較して、最大軸重（最も重い車両を軸数で除した重さであり、線路に加わる重量となる）を低減させることができるので、列車が線路に与えるダメージを小さくすることができ、線路の省保守化をはかることができる。もちろん、欧州のように列車の運行と線路の管理が別会社となる上下分離の鉄道システムにおいては、軸重によって線路使用料（アクセスチャージ）が定められるので、最大軸重を低減させることができる本発明によれば、アクセスチャージを低減できるといったメリットが得られる。

【0036】

さらに、電力蓄積手段を各車両に分散配置することによって、大容量の蓄電容量が確保できる単一品種の電力蓄積手段を大量に使用することが可能となり、保守の面で有利となるとともに、システムの冗長性が改善され車両の信頼性を確保できるなどのメリットがある。

【図面の簡単な説明】**【図1】**

本発明にかかる鉄道車両駆動システムの第1の実施形態の構成を説明する図。

【図2】

鉄道車両駆動システムの電動機の出力特性の一例を説明する図。

【図3】

本発明にかかる鉄道車両駆動システムにおける列車の消費電力量の一例を示す図。

【図4】

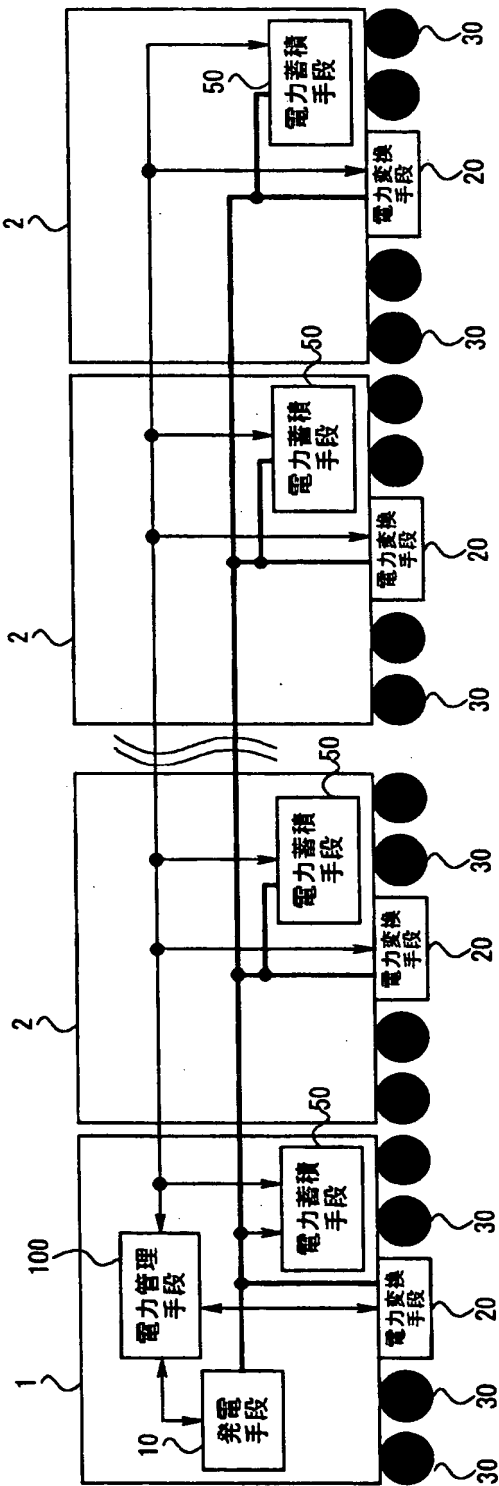
従来の鉄道車両駆動システムの構成を説明する図。

【符号の説明】

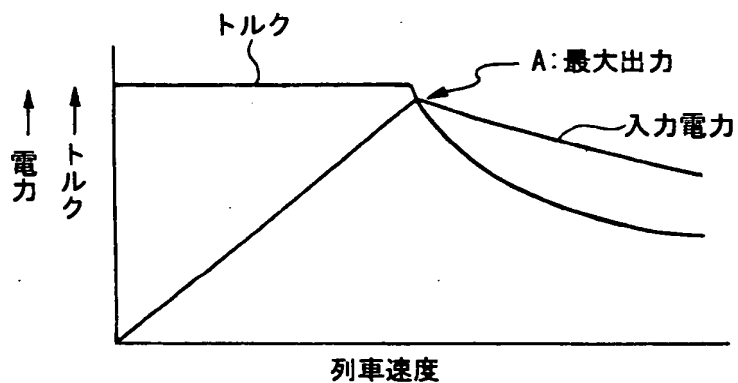
- 1 第一の鉄道車両
- 2 第二の鉄道車両
- 1 0 発電手段
- 2 0 電力変換装置
- 3 0 駆動輪
- 4 0 電力伝達手段
- 5 0 電力蓄積手段
- 1 0 0 電力管理手段

【書類名】 図面

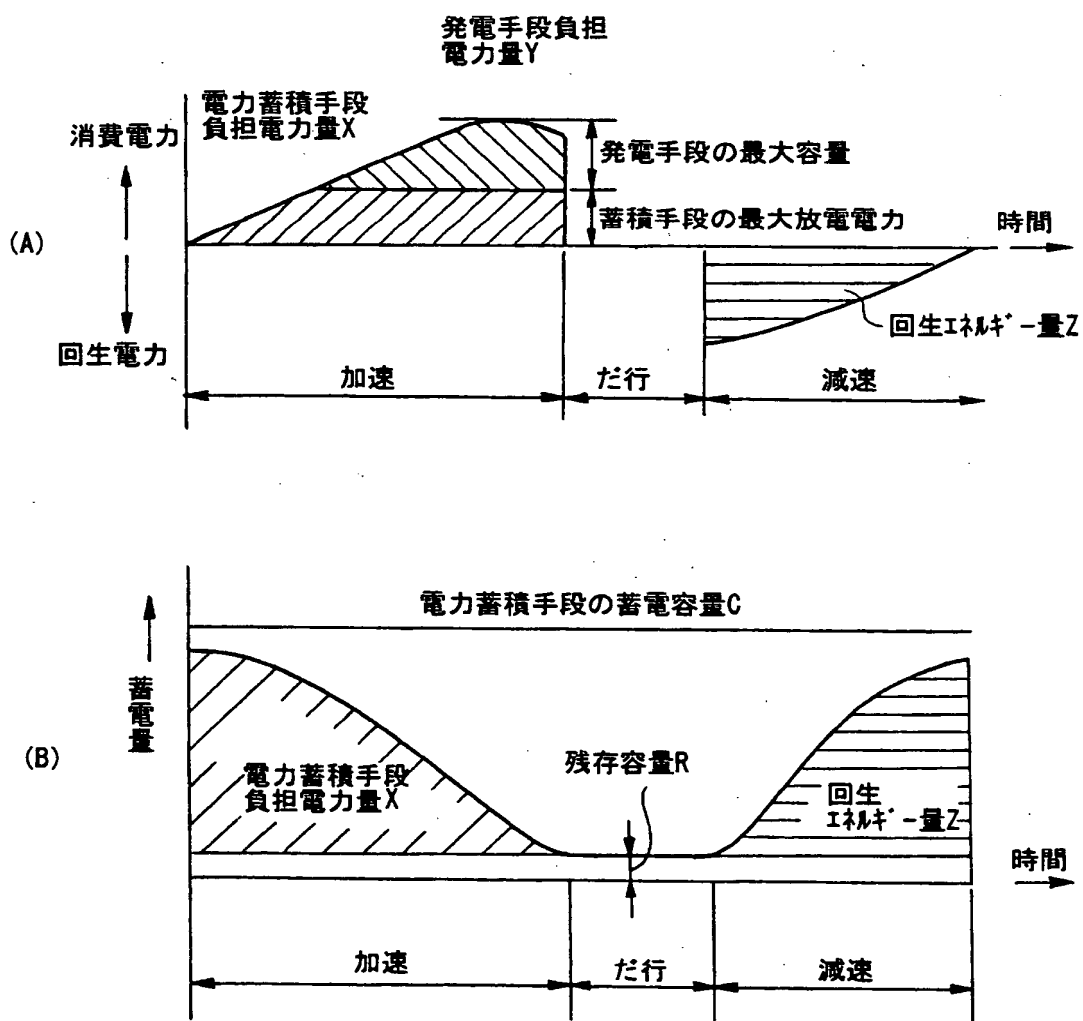
【図 1】



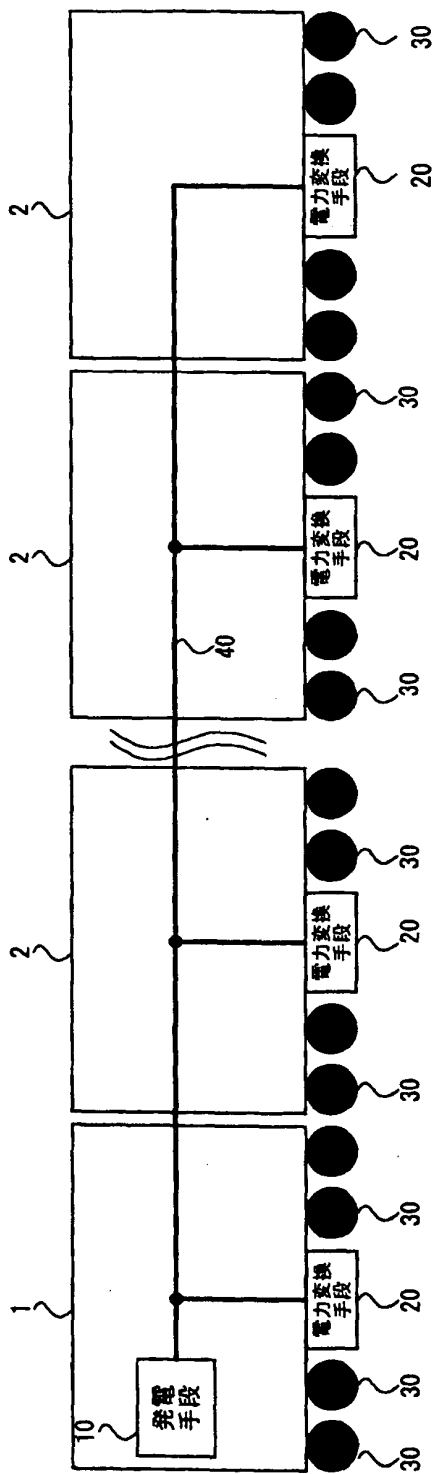
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 発電手段を有する車両と、駆動装置を制御する電力変換手段と電力蓄積手段とを有する車両とからなる鉄道車両駆動システムにおいて、各手段の電力を管理、制御し、車両運行上必要な駆動力および回生運転による制動力を得られる状態にする。

【解決手段】 発電手段 10 と電力変換装置 20 と駆動電動機と電力蓄積手段 50 を搭載した第一の鉄道車両 1 と、電力変換装置 20 と駆動電動機と電力蓄積手段 50 を搭載した第二の鉄道車両 2 と、各手段を電力伝達手段 40 によって接続した鉄道車両駆動システムにおいて、発電手段 10 の発電電力および電力蓄積手段 50 の蓄電量を制御する電力管理手段 100 を備え、電力蓄積手段 50 が、発電手段 10 が発電する電力および回生電力を蓄積し、発電手段 10 と電力蓄積手段 50 を電源として電力変換装置 20 によって駆動電動機を駆動し、列車を駆動する。

【選択図】 図 1

特願 2003-191312

出願人履歴情報

識別番号

[000005108]

1. 変更年月日

1990年 8月31日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

氏 名

株式会社日立製作所